futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 14 / Nº 738 | 19 . 04 . 2003

CAFE CIENTIFICO:
LA MUERTE DEL UNIVERSO

# El fin

Según parece, el universo está condenado a una muerte lenta, lenta. Las galaxias morirán dentro de la módica suma de cien billones de años. Bastante antes –en "sólo" seis mil millones de años– se le terminará el combustible a nuestro sol. Al menos, eso piensan los científicos según los modelos actuales. De eso se habló en el Café Científico, en el que estuvieron Mariano Ribas y Samuel Cabanchik.

# El fin

POR MARTIN DE AMBROSIO

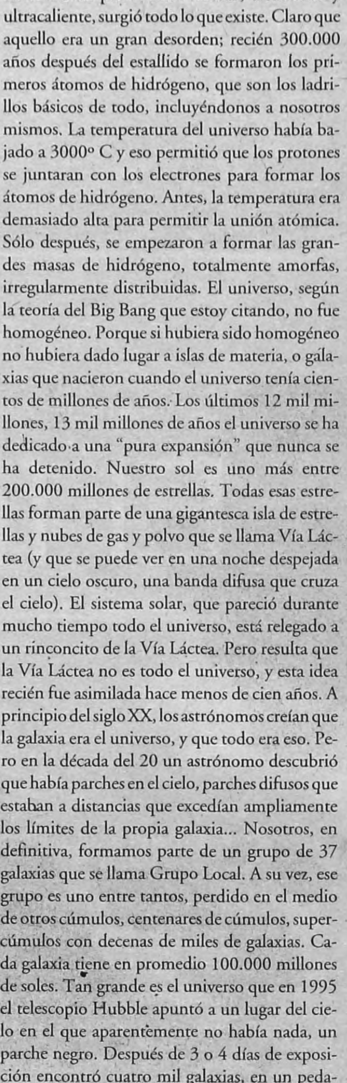
La visión que actualmente tiene la ciencia sobre algo tan alejado e hipotético como el fin del universo es bien diferente a la que brindaron otras civilizaciones o los puntos de vista religiosos que conviven en arduo cambalache por estos días. La versión científica se mueve a tientas, teje y revisa casi a *cada* rato *cada* posibilidad. Tanto es así que a poco de postularse ya tiene escasa cabida una teoría que había resuelto –para gusto de los amantes de las simetrías– un final universal inverso al Big Bang. Se trata del menos famoso Big Crunch, en el que el universo se habría de comprimir hasta volver a aquel punto inicial que precedió a la gran explosión (¿para luego volver a empezar?). Por otro lado, en paralelo, siempre cabe la posibilidad de analizar qué cosas le suceden al hombre cuando comienza a tener certeza del final de todas las cosas, de su finitud y ver un poco más en perspectiva otras cosmovisiones históricas.

Sobre estas cuestiones y con enfoques bien diferenciados hablaron en el segundo Café Científico del año –que organiza el Planetario de la Ciudad en La Casona del Teatro– Mariano Ribas, licenciado en Comunicación (UBA) y especializado en divulgación astronómica (colaborador de **Futuro**), y Samuel Cabanchik, director del Departamento de Filosofía de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA) e investigador del Conicet. El próximo café será el 20 de mayo y el título es "La guerra de las ciencias: ciencias sociales versus ciencias naturales".

## EL DESTINO FINAL

**Mariano Ribas:** El tema del que vamos a hablar es tal vez uno de los más complicados para la astronomía: definir el destino final de todo lo que existe. No estamos hablando de un planeta, una estrella, ni de nosotros mismos, sino de todo aquello que se originó hace unos 14 mil millones de años, del universo. Como vamos a ver, el universo tiene muchísimo más tiempo por delante del que ya ha recorrido. Y específicamente nos vamos a referir a las cosas que se saben ahora sobre el tema, y a las teorías que se han podido elaborar; no son certezas sino atisbos, como si uno se asomara a la ventana e intentara ver qué hay ahí afuera.

Pues bien, empecemos por lo que sabemos. El universo nació hace unos 13.700 millones de



años. De un punto infinitesimal, ultradenso y ultracaliente, surgió todo lo que existe. Claro que aquello era un gran desorden; recién 300.000 años después del estallido se formaron los primeros átomos de hidrógeno, que son los ladrillos básicos de todo, incluyéndonos a nosotros mismos. La temperatura del universo había bajado a 3000° C y eso permitió que los protones se juntaran con los electrones para formar los átomos de hidrógeno. Antes, la temperatura era demasiado alta para permitir la unión atómica. Sólo después, se empezaron a formar las grandes masas de hidrógeno, totalmente amorfas, irregularmente distribuidas. El universo, según la teoría del Big Bang que estoy citando, no fue homogéneo. Porque si hubiera sido homogéneo no hubiera dado lugar a islas de materia, o galaxias que nacieron cuando el universo tenía cientos de millones de años. Los últimos 12 mil millones, 13 mil millones de años el universo se ha dedicado a una "pura expansión" que nunca se ha detenido. Nuestro sol es uno más entre 200.000 millones de estrellas. Todas esas estrellas forman parte de una gigantesca isla de estrellas y nubes de gas y polvo que se llama Vía Láctea (y que se puede ver en una noche despejada en un cielo oscuro, una banda difusa que cruza el cielo). El sistema solar, que pareció durante mucho tiempo todo el universo, está relegado a un rinconcito de la Vía Láctea. Pero resulta que la Vía Láctea no es todo el universo, y esta idea recién fue asimilada hace menos de cien años. A principio del siglo XX, los astrónomos creían que la galaxia era el universo, y que todo era eso. Pero en la década del 20 un astrónomo descubrió que había parches en el cielo, parches difusos que estaban a distancias que excedían ampliamente los límites de la propia galaxia... Nosotros, en definitiva, formamos parte de un grupo de 37 galaxias que se llama Grupo Local. A su vez, ese grupo es uno entre tantos, perdido en el medio de otros cúmulos, centenares de cúmulos, supercúmulos con decenas de miles de galaxias. Cada galaxia tiene en promedio 100.000 millones de soles. Tan grande es el universo que en 1995 el telescopio Hubble apuntó a un lugar del cielo en el que aparentemente no había nada, un parche negro. Después de 3 o 4 días de exposición encontró cuatro mil galaxias, en un pedazo de cielo más chico que si ustedes tuvieran un grano de arena en la mano. Esa es la gran escala del universo.



MARIANO RIBAS Y SAMUEL CABANCHIK EXPUSIERON ANTE UN CAFE CIENTIFICO LLENO.

## LLENO DE VACIO

**Ribas (continúa):** Curiosamente, a pesar de esos números demoledores –100.000 millones de galaxias cada una con 100.000 millones de estrellas– resulta que casi todo el universo está vacío, tanto a escala atómica como a escala interestelar. Mayormente todo lo que existe es nada. Y bien, todo esto, desde su nacimiento, no hace otra cosa que crecer sin parar. Todo, materia y vacío. Cada vez las cosas están más separadas, y ese fue el gran descubrimiento de Edwin Hubble: no sólo que el universo está poblado de galaxias, sino que se están alejando todo el tiempo de nosotros, y se están alejando entre sí. Ese descubrimiento fue la base de la teoría del Big Bang, de un universo inicialmente concentrado en un punto, momento en el cual nació también el tiempo. A partir de este punto, ¿qué puede pasar? Básicamente hay dos posibilidades: que el universo nunca se detenga, que siga creciendo siempre y que las galaxias sigan alejándose unas de otras; la otra posibilidad es que alguna vez el universo detenga su expansión y todo vuelva hacia atrás. Esta última teoría que hoy no goza de mucho apoyo por una serie de evidencias es la teoría del Big Crunch, que dice que la materia alguna vez va a ganar la pulseada, es decir, a través de la gravedad se va a "tironear" para ir frenando poco a poco la expansión del universo. Por eso es muy importante saber cuánta materia existe, y ese dato se está buscando; ese dato condiciona el destino probable.

El telescopio espacial Hubble ahora está buscando ese dato, junto con otros grandes observatorios del mundo, como el VLT del norte de Chile.

Pero hay otros elementos que agregar y que suman complejidad. Resulta que todas esas galaxias no son todo lo que hay sino todo lo que se "manifiesta". Observando precisamente el comportamiento puntual de cada galaxia, se sabe que hay algo que tironea, algo que no se puede ver pero que sin embargo se manifiesta gravitacionalmente. Eso se llama materia oscura, y es un condicionante interesante, porque si uno toma en cuenta sólo la materia visible esa historia de si el universo continúa expandiéndose o no se va inclinar por que nunca se va a frenar. Esa increíble cantidad de galaxias, aunque no parezca, no alcanzaría para frenar al universo. Pero se calcula que la materia oscura es 10 veces más que la materia visible. De hecho, la Vía Láctea estaría rodeada por un enorme halo de materia invisible, desde partículas muy simples hasta objetos más complejos como enanas marrones, una fauna exótica de elementos y objetos que cuentan –y mucho– a la hora de sumar el total de la materia universal. Esa materia oscura también se manifiesta cuando se estudia el fenómeno de lentes gravitatorias (que predijera Einstein, y luego se comprobara), consiste básicamente en la desviación del camino de la luz ante la presencia de un cuerpo masivo. Cuando se observan galaxias lejanas se ven espejismos: imágenes multiplicadas, arcos, cosas extrañas formadas por esa gran ilusionista que es l[a] materia oscura. En parte, gracias a todos esto[s] indicios, se sabe que hay diez veces más mate[-]ria oscura que materia visible. Sin embargo, au[n] considerando a la materia oscura, tampoco al[-]canza para frenar al universo. Para peor se h[a] descubierto recientemente que el universo se es[-]tá acelerando cada vez más...

## LA MUERTE EXISTENCIAL

**Samuel Cabanchik:** Para empezar quier[o] agradecer la invitación que me hicieron par[a] participar de este Café Científico. Estoy mu[y] sorprendido por la cantidad de gente que ha ve[-]nido y la verdad que es una lástima que La Ca[-]sona del Teatro no esté en expansión como e[l] universo, porque así podríamos entrar todos [y] no quedaría gente parada (*risas*). Y rápidamen[-]te digo que saqué al menos una conclusión po[-]sitiva de la exposición de Mariano Ribas, y e[s] que en una época tan desencantada que hay tantos misterios me parece estimulante, para l[a] imaginación, para la fantasía, para el conoci[-]miento.

La verdad es que "la muerte del universo" e[s] un tema difícil de asir, pero como algo tenía qu[e]

## PARA AGENDAR: EVENTOS ENTRE HOY Y EL FINAL DEL UNIVERSO

**Ribas:** Podemos concluir que el universo no se va a contraer, que la expansión será para siempre. El universo comenzó, pero no terminará nunca de expandirse, el tiempo que hay por delante es infinito. Así las cosas, veamos los eventos más importantes que van a suceder de acá en adelante. Dentro de **3 mil millones de años**, la galaxia en la que vivimos va a chocar con su vecina más importante, que es la galaxia de Andrómeda. No se sorprendan porque, después de todo, se trata de un fenómeno común a escala local: las galaxias viven chocándose entre sí, fusionándose. Mientras tanto el universo seguirá creciendo.

Dentro de **6 mil millones de años** llegará el final del sistema solar. Ese final nos toca más de cerca. Cuando el combustible nuclear de nuestro sol se acabe, va a iniciar una fase inevitable, primero de expansión continua que lo va a convertir en una gigante roja –en ese proceso se va a "comer" a la Tierra–; finalmente sus capas externas se van a dispersar y todo el sistema solar será una ceniza, una estrella agonizante en el centro, ahora llamada enana blanca, y una cáscara de gas en expansión, un fantasma de lo que alguna vez fue el sistema solar completo. Y después nada.

Dentro de **un billón de años** se iniciará la era de las supergalaxias que es el proceso de acumulación de las galaxias, que se chocan formando monstruos galácticos cada vez más grandes. Todo esto por la fuerza de la gravedad.

Dentro de **cien billones de años** ya no habrá estrellas del modo en que están hechas ahora, con esta materia, porque estarán agotadas todas las reservas de hidrógeno del universo, se va a acabar el hidrógeno suelto. Pero el universo va a seguir creciendo. Por entonces, una última generación de estrellas se encenderá y será la última en apagarse. Las famosas megagalaxias de las que hablamos van a sufrir una metamorfosis lenta, pero van a morir y no podrán volver a nacer. Tenemos que entender que en este momento el universo está atravesando por una especie de primavera donde hay galaxias de todas las formas y tamaños, resplandecientes, repletas de materia prima, soles que nacen, soles que mueren (y quizás civilizaciones que las contemplan), el combustible que mueve todo esto se va a ir agotando y no va a existir más.

Pero el universo va a seguir expandiéndose. Y bueno, alguna vez, entonces, habrá una última estrella en el universo, quién sabe dónde, que se va a apagar. Quedará una inmensidad, con puro vacío oscuro, sin nada que emita luz, sin materia.

Pero continuará expandiéndose.

## PREGUNTAS (FINALES) DEL PUBL[ICO]

Una de las primeras intervenciones del público del Café Científico que atiborró La Casona del Teatro en la avenida Corrientes tuvo intenciones de optimismo: "Me parece que se puede ser optimista y pensar que la humanidad en tanto tiempo que falta para el fin del universo puede detener esa condena de muerte, con tecnología".

**Ribas:** Sucede que las amenazas a las que está expuesta la vida en la Tierra son otras, más allá de las que todos conocemos y están originadas por la propia actividad del hombre. Mañana puede caer un asteroide y liquidarnos a todos, y todavía no sabemos cómo defendernos de los asteroides.

**–Nosotros estamos compuestos de los mismos átomos que conforman todo el universo, y por lo tanto nosotros estuvimos en el Big Bang. Nosotros somos, literal y científicamente, el universo. No hay nada que le pase al universo que no nos pase a nosotros. No estamos en el universo, somos el universo. Esa separación es una ficción.**

**Cabanchik:** Su intervención me hace acordar a un razonamiento de un queridísimo filósofo argentino, Tomás Moro Simpson: "Estoy desesperado –le dice una persona a otra–, porque los vendedores de lupines están desapareciendo, yo soy un vendedor de lupines, por lo tanto yo estoy desapareciendo". Se entiende que ahí hay un problema en

# El fin

POR MARTIN DE AMBROSIO

La visión que actualmente tiene la ciencia sobre algo tan alejado e hipotético como el fin del universo es bien diferente a la que brindaron *otras civilizaciones o los puntos de vista religiosos* que conviven en arduo cambalache por estos días. La versión científica se mueve a tientas, teje y revisa casi a *cada* rato *cada* posibilidad. Tanto es así que a poco de postularse ya tiene escasa cabida una teoría que había resuelto –para gusto de los amantes de las *simetrías*– un final universal inverso al Big Bang. Se trata del menos famoso Big Crunch, en el que el universo se habría de comprimir hasta volver a aquel punto inicial que precedió a la gran explosión (¿para luego volver a empezar?). Por otro lado, en paralelo, siempre cabe la posibilidad de analizar qué cosas le suceden al hombre cuando comienza a tener certeza del final de todas las cosas, de su finitud y ver un poco más en perspectiva otras cosmovisiones históricas.

Sobre estas cuestiones y con enfoques bien diferenciados hablaron en el segundo Café Científico del año –que organiza el Planetario de la Ciudad en La Casona del Teatro– Mariano Ribas, licenciado en Comunicación (UBA) y especializado en divulgación astronómica (colaborador de **Futuro**), y Samuel Cabanchik, director del Departamento de Filosofía de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA) e investigador del Conicet. El próximo café será el 20 de mayo y el título es "La guerra de las ciencias: ciencias sociales versus ciencias naturales".

### EL DESTINO FINAL

**Mariano Ribas:** El tema del que vamos a hablar es tal vez uno de los más complicados para la astronomía: definir el destino final de todo lo que existe. No estamos hablando de un planeta, una estrella, ni de nosotros mismos, sino de todo aquello que se originó hace unos 14 mil millones de años, del universo. Como vamos a ver, el universo tiene muchísimo más tiempo por delante del que ya ha recorrido. Y específicamente nos vamos a referir a las cosas que se saben ahora sobre el tema, y a las teorías que se han podido elaborar; no son certezas sino atisbos, como si uno se asomara a la ventana e intentara ver qué hay ahí afuera.

Pues bien, empecemos por lo que sabemos. El universo nació hace unos 13.700 millones de años. De un punto infinitesimal, ultradenso y ultracaliente, surgió todo lo que existe. Claro que aquello era un gran desorden; recién 300.000 años después del estallido se formaron los primeros átomos de hidrógeno, que son los *ladrillos básicos de todo, incluyéndonos a nosotros* mismos. La temperatura del universo había bajado a 3000° C y eso permitió que los protones se juntaran con los electrones para formar los átomos de hidrógeno. Antes, la temperatura era demasiado alta para permitir la unión atómica. *Sólo después, se empezaron a formar las grandes* masas de hidrógeno, totalmente amorfas, irregularmente distribuidas. El universo, según la teoría del Big Bang que estoy citando, no fue homogéneo. Porque si hubiera sido homogéneo no hubiera dado lugar a islas de materia, o galaxias que nacieron cuando el universo tenía cientos de millones de años. Los últimos 12 mil millones, 13 mil millones de años el universo se ha dedicado a una "pura expansión" que nunca se ha detenido. Nuestro sol es uno más entre 200.000 millones de estrellas. Todas esas estrellas forman parte de una gigantesca isla de estrellas y nubes de gas y polvo que se llama Vía Láctea (y que se puede ver en una noche despejada en un cielo oscuro, una banda difusa que cruza el cielo). El sistema solar, que pareció durante mucho tiempo todo el universo, está relegado a un rinconcito de la Vía Láctea. Pero resulta que la Vía Láctea no es todo el universo, y esta idea recién fue asimilada hace menos de cien años. A principio del siglo XX, los astrónomos creían que la galaxia era el universo, y que todo era eso. Pero en la década del 20 un astrónomo descubrió que había parches en el cielo, parches difusos que estaban a distancias que excedían ampliamente los límites de la propia galaxia... Nosotros, en definitiva, formamos parte de un grupo de 37 galaxias que se llama Grupo Local. A su vez, ese grupo es uno entre tantos, perdido en el medio de otros cúmulos, centenares de cúmulos, supercúmulos con decenas de miles de galaxias. Cada galaxia tiene en promedio 100.000 millones de soles. Tan grande es el universo que en 1995 el telescopio Hubble apuntó a un lugar del cielo en el que aparentemente no había nada, un parche negro. Después de 3 o 4 días de exposición encontró cuatro mil galaxias, en un pedazo de cielo más chico que si ustedes tuvieran un grano de arena en la mano. Esa es la gran escala del universo.

Arnaldo Pampillon



MARIANO RIBAS Y SAMUEL CABANCHIK EXPUSIERON ANTE UN CAFE CIENTIFICO LLENO.

### LLENO DE VACIO

**Ribas (continúa):** Curiosamente, a pesar de esos números demoledores –100.000 millones de galaxias cada una con 100.000 millones de estrellas– resulta que casi todo el universo está vacío, tanto a escala atómica como a escala interestelar. Mayormente todo lo que existe es nada. Y bien, todo esto, desde su nacimiento, no hace otra cosa que crecer sin parar. Todo, materia y vacío. Cada vez las cosas están más separadas, y ese fue el gran descubrimiento de Edwin Hubble: no sólo que el universo está poblado de galaxias, sino que se están alejando todo el tiempo de nosotros, y se están alejando entre sí. Ese descubrimiento fue la base de la teoría del Big Bang, de un universo inicialmente concentrado en un punto, momento en el cual nació también el tiempo. A partir de este punto, ¿qué puede pasar? Básicamente hay dos posibilidades: que el universo nunca se detenga, que siga creciendo siempre y que las galaxias sigan alejándose unas de otras; la otra posibilidad es que alguna vez el universo detenga su expansión y todo vuelva hacia atrás. Esta última teoría que hoy no goza de mucho apoyo por una serie de evidencias es la teoría del Big Crunch, que dice que la materia alguna vez va a ganar la pulseada, es decir, a través de la gravedad se va a "tironear" para ir frenando poco a poco la expansión del universo. Por eso es muy importante saber cuánta materia existe, y ese dato se está buscando; ese dato condiciona el destino probable.

El telescopio espacial Hubble ahora está buscando ese dato, junto con otros grandes observatorios del mundo, como el VLT del norte de Chile.

Pero hay otros elementos que agregar y que suman complejidad. Resulta que todas esas galaxias no son todo lo que hay sino todo lo que se "manifiesta". Observando precisamente el comportamiento puntual de cada galaxia, se sabe que hay algo que tironea, algo que no se puede ver pero que sin embargo se manifiesta gravitacionalmente. Eso se llama materia oscura, y es un condicionante interesante, porque si uno toma en cuenta sólo la materia visible esa historia de si el universo continúa expandiéndose o no se va inclinar por que nunca se va a frenar. *Esa increíble* cantidad de galaxias, aunque no parezca, no alcanzaría para frenar al universo. Pero se calcula que la materia oscura es 10 veces más que la materia visible. De hecho, la Vía Láctea estaría rodeada por un enorme halo de materia invisible, desde partículas muy simples *hasta objetos más complejos* como enanas marrones, una fauna exótica de elementos y objetos que cuentan –y mucho– a la hora de sumar el total de la materia universal. Esa materia oscura también se manifiesta cuando se estudia el fenómeno de lentes gravitatorias (que predijera *Einstein, y luego se comprobara*), consiste básicamente en la desviación del camino de la luz ante la presencia de un cuerpo masivo. Cuando se observan galaxias lejanas se ven espejismos: imágenes multiplicadas, arcos, cosas extrañas formadas por esa gran ilusionista que es la materia oscura. En parte, gracias a todos estos indicios, se sabe que hay diez veces más materia oscura que materia visible. Sin embargo, aun considerando a la materia oscura, tampoco alcanza para frenar al universo. Para peor se ha descubierto recientemente que el universo se está acelerando cada vez más...

### LA MUERTE EXISTENCIAL

**Samuel Cabanchik:** Para empezar quiero agradecer la invitación que me hicieron para participar de este Café Científico. Estoy muy sorprendido por la cantidad de gente que ha venido y la verdad que es una lástima que La Casona del Teatro no esté en expansión como el universo, porque así podríamos entrar todos y no quedaría gente parada (*risas*). Y rápidamente digo que saqué al menos una conclusión positiva de la exposición de Mariano Ribas, y es que en una época tan desencantada que haya tantos misterios me parece estimulante, para la imaginación, para la fantasía, para el conocimiento.

La verdad es que "la muerte del universo" es un tema difícil de asir, pero como algo tenía que decir me concentré *y pensé qué reacción* provoca en mí la idea de la muerte del universo. Entonces empecé a armar dos ejes de reflexión. Uno, con los distintos conceptos de cosmos o universo que se han dado a lo largo de la breve historia de la humanidad ("breve" ahora que vemos estos grandes números del universo). Por un lado, confrontar la imagen que uno tiene del universo hoy gracias a la especulación científica y al conocimiento científico con imágenes que otras civilizaciones se han hecho del universo. El otro eje es qué importancia tiene para mí que el universo se muera alguna vez, y que se muera tan lejos. Trataré de articular estos ejes.

Empiezo con un pequeño ejemplo. Ayer, mi hijo, que está en el primer año de la secundaria, vino alarmado –aunque con una cifra equivocada– porque el sol se iba a morir en 15.000 años y él tenía que hacer algo para evitarlo. Así que si un joven de 13 años, que por lo demás piensa en poco más que el fútbol, está preocupado por este asunto y es una noticia para él, también tendrá que ser para muchos más. Hay un contenido existencial en esto de que el universo se va a morir. Descifrar cuál es requiere un orden reflexivo que puede resultar interesante. Pensar, por ejemplo, cuánto ha cambiado esa imagen del universo, sobre todo a partir del desarrollo de la ciencia moderna, con Copérnico y Galileo. Mucho tiempo antes –a escala humana– la imagen era muy distinta, por ejemplo en los relatos míticos, las teogonías y cosmogonías. Pero estos pensamientos siempre fueron el intento de darle sentido a algo difícil de concebir, inasible, incomprensible y difícil de representar, "un vacío que crece", "una nada que crece", dijo Mariano Ribas. Este es un universo cada vez más invisible a los ojos, y lo hacemos visible a través de los instrumentos que la tecnología y la ciencia ponen al servicio de esa construcción.

Pero si vamos al cosmos griego, allí no había nada invisible, ni era algo tan inquietante. Y, lo más importante, era mucho más manejable. En Grecia predominaba un universo finito, con una jerarquía férrea de seres, en la cual el hombre tenía un lugar; y un continuo que iba del mundo terrestre, centro del universo, al mundo celeste, con dios incluido (como en el Motor Inmóvil de Aristóteles). Esta imagen fue variando. Una gran síntesis fue la tradición que se consolida en el Medioevo con el dios de la Biblia, un dios creador, ya no el dios de los filósofos. Y *curiosamente ese elemento de dios* como creador sigue operando en los mejores científicos, como le pasó a Newton, que pensaba que había una relación entre el objeto de conocimiento del físico y las leyes divinas. Igualmente, aquel universo era más próximo, con *esta visión científica actual se ha multiplicado* nuestra sensación de soledad cósmica, estamos en esta "inmensidad en expansión". El cosmos, para otras civilizaciones, fue entendido como un vasto conjunto de presencias, de fuerzas reales, concretas, con las que el ser humano se relacionaba permanentemente. Esa visión se rebajó un poco con el dios creador. Dios parece no ser necesario ya; o es el súper súper agujero negro, o está presente de otro modo. Pero la sensación es que se ha incrementado la distancia entre una historia de la materia ausente de sentido humano. Nos sentimos más solos que nunca. Se supone que le somos indiferentes al universo. Y la cuestión, una y otra vez, es la insignificancia de nuestro pasaje por aquí.

### SOLEDADES

**Cabanchik (continúa):** A ver, propongo un experimento mental: imaginemos que no estamos solos en el universo y que la vida terrestre desaparece mucho antes que el universo. Pero continúa cierta vida, inteligente si quieren, en otro lugar del universo. Veríamos que eso no nos consolaría; no creo que a nadie lo consolara, por lo menos querríamos ser los últimos. Eso querría decir que la muerte del universo nos interesa porque imaginariamente adoptamos el punto de vista de que es nuestra propia muerte; o si se quiere lo que nos importa es nuestra propia muerte, en forma más inmediata. Como individuos o como especie. Mi hijo, ayer, no creo que estuviese inquieto por su propia muerte sino por la muerte de toda la humanidad, ya que no creo que viva 15 mil años..., en todo caso, que no lo haga en casa (*risas*).

Lo inquietante, lo que nos provoca desazón, es que la humanidad va a desaparecer. No nos deja indiferentes el hecho de saber que hemos de morir. La muerte del universo nos trae algún eco de nuestra propia muerte.

Ahora, qué pasa si nos preguntamos por lo absurdo de la vida. Sabemos que hay cosas absurdas, como regar el jardín después de una lluvia, o atarse los zapatos momentos antes de ser fusilado. Ahora, para pensar que toda la existencia de un individuo es absurda hay que hacer un ejercicio imaginario y verse muy desde lejos, desde un punto alejado del universo. Así, todo puede volverse absurdo si uno lo ve desde suficiente distancia. En realidad, la vida, más que ser un sinsentido, se podría decir que tiene un sentido abierto, como también está abierto el comienzo de todo. Y me parece que se puede contraponer al relato religioso, donde todo tiene un sentido. Y esto, finalmente, no ha sido en vano.

### PARA AGENDAR: EVENTOS ENTRE HOY Y EL FINAL DEL UNIVERSO

**Ribas:** Podemos concluir que el universo no se va a contraer, que la expansión será para siempre. El universo comenzó, pero no terminará nunca de expandirse, el tiempo que hay por delante es infinito. Así las cosas, veamos los eventos más importantes que van a suceder de acá en adelante. Dentro de **3 mil millones de años**, la galaxia en la que vivimos va a chocar con su vecina más importante, que es la galaxia de Andrómeda. No se sorprendan porque, después de todo, se trata de un fenómeno común a escala local: las galaxias viven chocándose entre sí, fusionándose. Mientras tanto el universo seguirá creciendo.

Dentro de **6 mil millones de años** llegará el final del sistema solar. Ese final nos toca más de cerca. Cuando el combustible nuclear *de nuestro sol se acabe, va a iniciar* una fase inevitable, primero de expansión continua que lo va a convertir en una gigante roja –en ese proceso se va a "comer" a la Tierra–; finalmente sus capas externas se van a dispersar y todo el sistema solar será una ceniza, *una estrella agonizante en el centro*, ahora llamada enana blanca, y una cáscara de gas en expansión, un fantasma de lo que alguna vez fue el sistema solar completo. Y después nada.

Dentro de **un billón de años** se iniciará la era de las supergalaxias *que es el proceso de* acumulación de las galaxias, que se chocan formando monstruos galácticos cada vez más grandes. Todo esto por la fuerza de la gravedad.

Dentro de **cien billones de años** ya no habrá estrellas del modo en que están hechas ahora, con esta materia, porque estarán agotadas todas las reservas de hidrógeno del universo, se va a acabar el hidrógeno suelto. Pero el universo va a seguir creciendo. Por entonces, una última generación de estrellas se encenderá y será la última en apagarse. Las famosas megagalaxias de las que hablamos van a sufrir una metamorfosis lenta, pero van a morir y no podrán volver a nacer. Tenemos que entender que en este momento el universo está atravesando por una especie de primavera donde hay galaxias de todas las formas y tamaños, resplandecientes, repletas de materia prima, soles que nacen, soles que mueren (y quizás civilizaciones que las contemplan), el combustible que mueve todo esto se va a ir agotando y no va a existir más.

*Pero el universo va a seguir expandiéndo*se. Y bueno, alguna vez, entonces, habrá una última estrella en el universo, quién sabe dónde, que se va a apagar. Quedará una inmensidad, con puro vacío oscuro, sin nada que emita luz, sin materia.

*Pero continuará expandiéndose.*

### PREGUNTAS (FINALES) DEL PUBLICO

Una de las primeras intervenciones del público del Café Científico que atiborró La Casona del Teatro en la avenida Corrientes tuvo intenciones de optimismo: "Me parece que se puede ser optimista y pensar que la humanidad en tanto tiempo que falta para el fin del universo puede detener esa condena de muerte, con tecnología".

**Ribas:** Sucede que las amenazas a las que está expuesta la vida en la Tierra son otras, más allá de las que todos conocemos y están originadas por la propia actividad del hombre. Mañana puede caer un asteroide y liquidarnos a todos, y todavía no sabemos cómo defendernos de los asteroides.

**–Nosotros estamos compuestos de los mismos átomos que conforman todo el universo, y por lo tanto nosotros estuvimos en el Big Bang. Nosotros somos, literal y científicamente, el universo. No hay nada que le pase al universo que no nos pase a nosotros. No estamos en el universo, somos el universo. Esa separación es una ficción.**

**Cabanchik:** Su intervención me hace acordar a un razonamiento de un queridísimo filósofo argentino, Tomás Moro Simpson: "Estoy desesperado –le dice una persona a otra–, porque los vendedores de lupines están desapareciendo, yo soy un vendedor de lupines, por lo tanto yo estoy desapareciendo". Se entiende que ahí hay un problema en la conclusión. Me parece que hay un problema de lógica. De todas maneras, digamos que con mucho humor Moro Simpson termina: "Cuando le quise explicar que era un error de lógica, ya había terminado de desaparecer". De modo que puede tener razón...

**–Me parece que falta alguna referencia epistemológica.**

**Cabanchik:** Me parece adecuado el comentario, y que no lo hayamos hecho esta noche no significa que no deba hacerse. La epistemología cumple un servicio positivo en su trabajo en contigüidad con la producción científica. Si bien no es en sí misma productora de conocimiento, permite un trabajo de crítica y de reflexión sobre lo que la ciencia va produciendo, y es muy importante.

**–Si el universo tiene un límite, ¿qué hay después?**

**Ribas:** Esas son las preguntas que surgen inmediatamente planteada la teoría del Big Bang: ¿qué había antes?, ¿qué había afuera? Y lo mismo puede decirse ahora: ¿qué hay por fuera de ese universo en constante expansión? Supuestamente, el tiempo mismo nació con la explosión, y no se puede pensar "un afuera" porque eso es todo, toda la existencia está autocontenida en ese punto que todavía sigue creciendo en tamaño. Obviamente va contra el sentido común y contra la experiencia, pero parece que es así nomás.

## NOVEDADES EN CIENCIA

### TRAPOS ERAN LOS DE ANTES

Discover

Usualmente, la moda se asocia a lo superficial, lo vano, lo estético y, cómo no, a mujeres bellas y esbeltas (o anoréxicas, según el diseñador de turno). Pero lo cierto es que los vestidos dicen mucho más de lo que se cree sobre la cultura de una época: sus relaciones de poder, las divisiones de clase, así como sobre su carácter y temperamento (que muchas veces se expresan en la abundancia o escasez de colores y voluptuosidad de las telas). Y, como todo elemento de cultura, siempre hay un ejemplar al que se considera sino el primero, el más viejo. En el campo de la moda, tal honor le corresponde a un traje egipcio de lino (del que se conserva únicamente la parte superior, ver imagen) de unos 5 mil años. La prenda, que cuenta con mangas cuidadosamente bordadas, forma parte de *una colección de artefactos egipcios* que será exhibida en un edificio especial a construirse en el predio de la Universidad de Londres (Reino Unido), gracias a una donación de 4,9 millones de libras esterlinas recaudadas por la Lotería Británica.

*El vestido (del 3000 a.C.) tiene su historia:* a comienzos del siglo XX, William Flinders Petrie (considerado el padre de la arqueología científica) lo encontró dentro de una tumba a 80 km al sur de El Cairo. De allí lo llevó a Inglaterra hasta que, en 1913, la colección (que está compuesta por "sólo" 80 mil piezas) fue adquirida por la Universidad de Londres. Todo bien hasta que comenzó la Segunda Guerra Mundial y la colección Petrie (tal es su nombre) fue trasladada a dos habitaciones encima de la caldera de la Universidad para protegerla de los bombardeos. Allí, el viejo vestido, que según se cree perteneció a un aristócrata egipcio de la primera dinastía faraónica, salió airoso de inundaciones y de las altas temperaturas que lo acosaban, hasta que fue rescatado recién en 1977. Y desde entonces, sólo los especialistas la han visto.

La moda egipcia tuvo sus peculiaridades. Los egipcios no sólo se vestían con camisas: también tenían túnicas, fajas, faldas, taparrabos triangulares, pañuelos, gorros y guantes, entre otros, todos muy sencillos, y la mayoría hechos con materiales vegetales y en tonos claros (el preferido era el blanco). A lo cual le agregaban un toque de distinción: por razones higiénicas, faraones, sacerdotes y escribas acostumbraban llevar la cabeza afeitada, o se dejaban algún mechón colgando. Aún más, la moda egipcia *fue poco vistosa y muy conservadora:* casi no cambió en treinta siglos. Así como los papiros, las momias, las pirámides y los sarcófagos, la ropa que usaron los egipcios cuenta, siglos después, los secretos de su cultura y sus gustos más cotidianos.

### ¿GALAXIAS SIN MATERIA OSCURA?

SCIENTIFIC AMERICAN

A diferencia de sus parientas espiraladas, parece que en algunas galaxias elípticas, la famosa "materia oscura" es escasa o directamente inexistente. A partir de distintos indicios gravitacionales (movimientos extraños de masas de gas y estrellas), los astrónomos concluyeron que la materia observable de las galaxias es apenas entre un 10 y un 20 por ciento de la cantidad total que verdaderamente contienen. Y que el resto corresponde a una componente invisible (que permitiría la cohesión gravitacional de las galaxias). Sin embargo, un grupo de astrónomos británicos dice que algunas galaxias elípticas serían la excepción.

Aaron Romanowsky (Universidad de Nottingham) y su equipo estudiaron el movimiento de decenas de nebulosas planetarias (restos de estrellas similares al Sol) desparramadas en los bordes de varias galaxias elípticas. *Para eso recurrieron a un espec*troscopio acoplado al telescopio William Herschel (de 4,2 metros de diámetro). A diferencia de lo que esperaban, los astrónomos no encontraron pistas de materia oscura "tironeando" y acelerando a esas nebulosas planetarias: "En lugar de eso, observamos que su velocidad era relativamente baja, como si hubiese muy poca, o incluso ninguna, materia oscura en tres de las galaxias elípticas", dice el astrónomo británico. "Es apresurado decir que las elípticas carecen de materia oscura, ahora vamos a examinar a otras veinte", cuenta su colega Michael Merrifield.

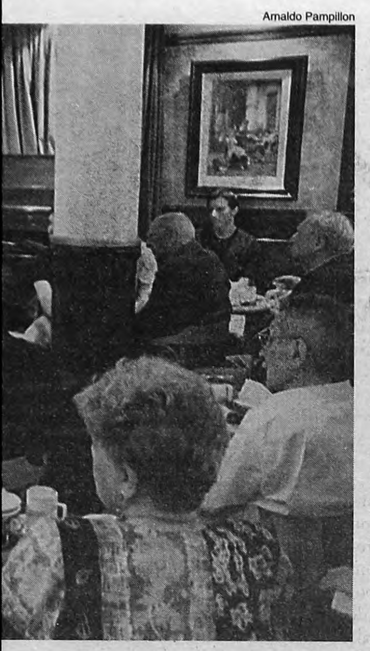
### UN ANTIGUO DIOS AMERICANO

NewScientist

Un grupo de arqueólogos norteamericanos y peruanos acaba de encontrar en Perú un fragmento de calabaza muy especial: por empezar, tiene más de 4 mil años. Y además, contiene la imagen de un antiquísimo dios americano. La pieza fue hallada en pleno valle del río Patavilca, a unos 200 kilómetros al norte de Lima. Esa región estuvo densamente poblada entre los años 2600 y 2000 antes de Cristo. Sus habitantes solían construir grandes monumentos de piedra y pirámides, pero no esculpían la piedra y aparentemente tampoco fabricaban cerámicas.

La figura de la calabaza, encontrada por la expedición arqueológica al mando de Winifred Creamer (Universidad de Illinois), corresponde a una deidad conocida en culturas andinas más recientes, y se la suele llamar "dios del bastón", porque varias veces aparece sosteniendo una varilla. Tiene dientes en forma de colmillos y pies grandes, chatos y con garras. Y hasta ahora es la imagen más antigua de este dios: la datación mediante isótopos de carbono indica que la calabaza tendría unos 4450 años. Por otra parte, este singular hallazgo empuja mil años hacia atrás las evidencias de religión en el continente americano. "Es un hallazgo afortunado –dice, jugando un poco con el tema, el arqueólogo Richard Burger, del Yale Peabody Museum, en New Haven– encontrar algo así, tan bien preservado, es estar bendecido por los dioses."

Arnaldo Pampillon



decir me concentré y pensé qué reacción provoca en mí la idea de la muerte del universo. Entonces empecé a armar dos ejes de reflexión. Uno, con los distintos conceptos de cosmos o universo que se han dado a lo largo de la breve historia de la humanidad ("breve" ahora que vemos estos grandes números del universo). Por un lado, confrontar la imagen que uno tiene del universo hoy gracias a la especulación científica y al conocimiento científico con imágenes que otras civilizaciones se han hecho del universo. El otro eje es qué importancia tiene para mí que el universo se muera alguna vez, y que se muera tan lejos. Trataré de articular estos ejes.

Empiezo con un pequeño ejemplo. Ayer, mi hijo, que está en el primer año de la secundaria, vino alarmado –aunque con una cifra equivocada– porque el sol se iba a morir en 15.000 años y él tenía que hacer algo para evitarlo. Así que si un joven de 13 años, que por lo demás piensa en poco más que el fútbol, está preocupado por este asunto y es una noticia para él, también tendrá que ser para muchos más. Hay un contenido existencial en esto de que el universo se va a morir. Descifrar cuál es requiere un orden reflexivo que puede resultar interesante. Pensar, por ejemplo, cuánto ha cambiado esa imagen del universo, sobre todo a partir del desarrollo de la ciencia moderna, con Copérnico y Galileo. Mucho tiempo antes –a escala humana– la imagen era muy distinta, por ejemplo en los relatos míticos, las teogonías y cosmogonías. Pero estos pensamientos siempre fueron el intento de darle sentido a algo difícil de concebir, inasible, incomprensible y difícil de representar, "un vacío que crece", "una nada que crece", dijo Mariano Ribas. Este es un universo cada vez más invisible a los ojos, y lo hacemos visible a través de los instrumentos que la tecnología y la ciencia ponen al servicio de esa construcción.

Pero si vamos al cosmos griego, allí no había nada invisible, ni era algo tan inquietante. Y, lo más importante, era mucho más manejable. En Grecia predominaba un universo finito, con una jerarquía férrea de seres, en la cual el hombre tenía un lugar; y un continuo que iba del mundo terrestre, centro del universo, al mundo celeste, con dios incluido (como en el Motor Inmóvil de Aristóteles). Esta imagen fue variando. Una gran síntesis fue la tradición que se consolida en el Medioevo con el dios de la Biblia, un dios creador, ya no el dios de los filósofos. Y curiosamente ese elemento de dios como creador sigue operando en los mejores científicos, como le pasó a Newton, que pensaba que había una relación entre el objeto de conocimiento del físico y las leyes divinas. Igualmente, aquel universo era más próximo, con esta visión científica actual se ha multiplicado nuestra sensación de soledad cósmica, estamos en esta "inmensidad en expansión". El cosmos, para otras civilizaciones, fue entendido como un vasto conjunto de presencias, de fuerzas reales, concretas, con las que el ser humano se relacionaba permanentemente. Esa visión se rebajó un poco con el dios creador. Dios parece no ser necesario ya; o es el súper súper agujero negro, o está presente de otro modo. Pero la sensación es que se ha incrementado la distancia entre una historia de la materia ausente de sentido humano. Nos sentimos más solos que nunca. Se supone que le somos indiferentes al universo. Y la cuestión, una y otra vez, es la insignificancia de nuestro pasaje por aquí.

**SOLEDADES**

**Cabanchik (continúa):** A ver, propongo un experimento mental: imaginemos que no estamos solos en el universo y que la vida terrestre desaparece mucho antes que el universo. Pero continúa cierta vida, inteligente si quieren, en otro lugar del universo. Veríamos que eso no nos consolaría; no creo que a nadie lo consolara, por lo menos querríamos ser los últimos. Eso querría decir que la muerte del universo nos interesa porque imaginariamente adoptamos el punto de vista de que es nuestra propia muerte; o si se quiere lo que nos importa es nuestra propia muerte, en forma más inmediata. Como individuos o como especie. Mi hijo, ayer, no creo que estuviese inquieto por su propia muerte sino por la muerte de toda la humanidad, ya que no creo que viva 15 mil años..., en todo caso, que no lo haga en casa (*risas*).

Lo inquietante, lo que nos provoca desazón, es que la humanidad va a desaparecer. No nos deja indiferentes el hecho de saber que hemos de morir. La muerte del universo nos trae algún eco de nuestra propia muerte.

Ahora, qué pasa si nos preguntamos por lo absurdo de la vida. Sabemos que hay cosas absurdas, como regar el jardín después de una lluvia, o atarse los zapatos momentos antes de ser fusilado. Ahora, para pensar que toda la existencia de un individuo es absurda hay que hacer un ejercicio imaginario y verse muy desde lejos, desde un punto alejado del universo. Así, todo puede volverse absurdo si uno lo ve desde suficiente distancia. En realidad, la vida, más que ser un sinsentido, se podría decir que tiene un sentido abierto, como también está abierto el comienzo de todo. Y me parece que se puede contraponer al relato religioso, donde todo tiene un sentido. Y esto, finalmente, no ha sido en vano.

CO

la conclusión. Me parece que hay un problema de lógica. De todas maneras, digamos que con mucho humor Moro Simpson termina: "Cuando le quise explicar que era un error de lógica, ya había terminado de desaparecer". De modo que puede tener razón...

**–Me parece que falta alguna referencia epistemológica.**

**Cabanchik:** Me parece adecuado el comentario, y que no lo hayamos hecho esta noche no significa que no deba hacerse. La epistemología cumple un servicio positivo en su trabajo en contigüidad con la producción científica. Si bien no es en sí misma productora de conocimiento, permite un trabajo de crítica y de reflexión sobre lo que la ciencia va produciendo, y es muy importante.

**–Si el universo tiene un límite, ¿qué hay después?**

**Ribas:** Esas son las preguntas que surgen inmediatamente planteada la teoría del Big Bang: ¿qué había antes?, ¿qué había afuera? Y lo mismo puede decirse ahora: ¿qué hay por fuera de ese universo en constante expansión? Supuestamente, el tiempo mismo nació con la explosión, y no se puede pensar "un afuera" porque eso es todo, toda la existencia está autocontenida en ese punto que todavía sigue creciendo en tamaño. Obviamente va contra el sentido común y contra la experiencia, pero parece que es así nomás.

## NOVEDADES EN CIENCIA

### TRAPOS ERAN LOS DE ANTES

Discover

Usualmente, la moda se asocia a lo superficial, lo vano, lo estético y, cómo no, a mujeres bellas y esbeltas (o anoréxicas, según el diseñador de turno). Pero lo cierto es que los vestidos dicen mucho más de lo que se cree sobre la cultura de una época: sus relaciones de poder, las divisiones de clase, así como sobre su carácter y temperamento (que muchas veces se expresan en la abundancia o escasez de colores y voluptuosidad de las telas). Y, como todo elemento de cultura, siempre hay un ejemplar al que se considera sino el primero, el más viejo. En el campo de la moda, tal honor le corresponde a un traje egipcio de lino (del que se conserva únicamente la parte superior, ver imagen) de unos 5 mil años. La prenda, que cuenta con mangas cuidadosamente bordadas, forma parte de una colección de artefactos egipcios que será exhibida en un edificio especial a construirse en el predio de la Universidad de Londres (Reino Unido), gracias a una donación de 4,9 millones de libras esterlinas recaudadas por la Lotería Británica.

El vestido (del 3000 a.C.) tiene su historia: a comienzos del siglo XX, William Flinders Petrie (considerado el padre de la arqueología científica) lo encontró dentro de una tumba a 80 km al sur de El Cairo. De allí lo llevó a Inglaterra hasta que, en 1913, la colección (que está compuesta por "sólo" 80 mil piezas) fue adquirida por la Universidad de Londres. Todo bien hasta que comenzó la Segunda Guerra Mundial y la colección Petrie (tal es su nombre) fue trasladada a dos habitaciones encima de la caldera de la Universidad para protegerla de los bombardeos. Allí, el viejo vestido, que según se cree perteneció a un aristócrata egipcio de la primera dinastía faraónica, salió airoso de inundaciones y de las altas temperaturas que lo acosaban, hasta que fue rescatado recién en 1977. Y desde entonces, sólo los especialistas la han visto.

La moda egipcia tuvo sus peculiaridades. Los egipcios no sólo se vestían con camisas: también tenían túnicas, fajas, faldas, taparrabos triangulares, pañuelos, gorros y guantes, entre otros, todos muy sencillos, y la mayoría hechos con materiales vegetales y en tonos claros (el preferido era el blanco). A lo cual le agregaban un toque de distinción: por razones higiénicas, faraones, sacerdotes y escribas acostumbraban llevar la cabeza afeitada, o se dejaban algún mechón colgando. Aún más, la moda egipcia fue poco vistosa y muy conservadora: casi no cambió en treinta siglos. Así como los papiros, las momias, las pirámides y los sarcófagos, la ropa que usaron los egipcios cuenta, siglos después, los secretos de su cultura y sus gustos más cotidianos.



### ¿GALAXIAS SIN MATERIA OSCURA?

SCIENTIFIC AMERICAN

A diferencia de sus parientas espiraladas, parece que en algunas galaxias elípticas, la famosa "materia oscura" es escasa o directamente inexistente. A partir de distintos indicios gravitacionales (movimientos extraños de masas de gas y estrellas), los astrónomos concluyeron que la materia observable de las galaxias es apenas entre un 10 y un 20 por ciento de la cantidad total que verdaderamente contienen. Y que el resto corresponde a una componente invisible (que permitiría la cohesión gravitacional de las galaxias). Sin embargo, un grupo de astrónomos británicos dice que algunas galaxias elípticas serían la excepción.



Aaron Romanowsky (Universidad de Nottingham) y su equipo estudiaron el movimiento de decenas de nebulosas planetarias (restos de estrellas similares al Sol) desparramadas en los bordes de varias galaxias elípticas. Para eso recurrieron a un espectroscopio acoplado al telescopio William Herschel (de 4,2 metros de diámetro). A diferencia de lo que esperaban, los astrónomos no encontraron pistas de materia oscura "tironeando" y acelerando a esas nebulosas planetarias: "En lugar de eso, observamos que su velocidad era relativamente baja, como si hubiese muy poca, o incluso ninguna, materia oscura en tres de las galaxias elípticas", dice el astrónomo británico. "Es apresurado decir que las elípticas carecen de materia oscura, ahora vamos a examinar a otras veinte", cuenta su colega Michael Merrifield.

### UN ANTIGUO DIOS AMERICANO

NewScientist

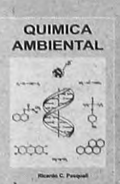
Un grupo de arqueólogos norteamericanos y peruanos acaba de encontrar en Perú un fragmento de calabaza muy especial: por empezar, tiene más de 4 mil años. Y además, contiene la imagen de un antiquísimo dios americano. La pieza fue hallada en pleno valle del río Patavilca, a unos 200 kilómetros al norte de Lima. Esa región estuvo densamente poblada entre los años 2600 y 2000 antes de Cristo. Sus habitantes solían construir grandes monumentos de piedra y pirámides, pero no esculpían la piedra y aparentemente tampoco fabricaban cerámicas.



La figura de la calabaza, encontrada por la expedición arqueológica al mando de Winifred Creamer (Universidad de Illinois), corresponde a una deidad conocida en culturas andinas más recientes, y se la suele llamar "dios del bastón", porque varias veces aparece sosteniendo una varilla. Tiene dientes en forma de colmillos y pies grandes, chatos y con garras. Y hasta ahora es la imagen más antigua de este dios: la datación mediante isótopos de carbono indica que la calabaza tendría unos 4450 años. Por otra parte, este singular hallazgo empuja mil años hacia atrás las evidencias de religión en el continente americano. "Es un hallazgo afortunado –dice, jugando un poco con el tema, el arqueólogo Richard Burger, del Yale Peabody Museum, en New Haven– encontrar algo así, tan bien preservado, es estar bendecido por los dioses."

## LIBROS Y PUBLICACIONES

**QUIMICA AMBIENTAL**
**Ricardo C. Pasquali**
*Librería Akadia Editorial, 182 páginas*




La química ambiental se dedica al estudio de fenómenos que tienen que ver con la interacción de las consecuencias de la actividad de los seres humanos –muchas veces vinculadas con la contaminación industrial– con otros fenómenos inherentes "en exclusivo" a la naturaleza. Retomando algunos tópicos de la química que puede (y debería) darse en colegios secundarios, este libro del ingeniero y periodista científico Ricardo Pasquali –también profesor de Química Ambiental de la Universidad Caece— sirve como introducción a toda esta gama de temas entrelazados (tan entrelazados que incluso a veces hay que hilar muy fino para distinguir efectos causales).

Así, el libro puede hablar con idéntica soltura tanto de las centrales nucleares como del deterioro de la capa de ozono y la radiactividad y sus efectos biológicos o del número de Avogadro (aquel que indica la cantidad de átomos contenidos en 12 gramos de carbono 12). *Química ambiental* puede servir como un verdadero manual de la complejidad, tanto para interesados en los temas ambientales (mal llamados "ambientalistas"), universitarios varios, o –incluso– para periodistas científicos en apuros. ***M.D.A.***

## AGENDA CIENTIFICA

**CHARLA DE LOS VIERNES**
El epistemólogo Rolando García será el encargado de hablar sobre las interacciones entre ciencia y sociedad en la habitual Charla de los Viernes esta vez titulada "Continuidad y rupturas en la historia de la ciencia", que organiza la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Será el viernes 25 de abril a las 18 horas en el aula 6, Pabellón 2, Ciudad Universitaria. Gratis.

**OLIMPIADA DE FILOSOFIA**
Hasta el 8 de julio estará abierta la inscripción para la VII Olimpiada Argentina de Filosofía, destinada a alumnos de 4º y 5º año del secundario (2º o 3º del Polimodal) de escuelas públicas y privadas de todo el país. El tema de este año será "La conceptualización filosófica del EstadoNación en el siglo XXI", que se divide en tres ejes temáticos (política, ética y educación). Informes: 4631-5439, olimfilo@mcye.gov.ar.

**PREMIO CIENTIFICO**
La Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA llama a concurso para adjudicar el Premio "Félix de Azara" que este año se otorgará al mejor trabajo sobre la "Fauna y Flora de la República Argentina". La inscripción está abierta hasta el 30 de abril. Informes: 4964-8215, docencia@ffyb.uba.ar.

**INTRODUCCION A LA DIVULGACION CIENTIFICA**
El martes 6 de mayo se inicia el curso de Introducción a la Divulgación Científica que organiza la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). El curso, que está destinado a docentes, graduados y estudiantes, dura cuatro meses y se dictará martes y viernes de 14 a 16.30 horas. Informes: sgallardo@bl.fcen.uba.ar.

**MENSAJES A FUTURO**
**futuro@pagina12.com.ar**

**50º ANIVERSARIO DEL DESCUBRIMIENTO DE WATSON Y CRICK**

# ADN para todo el mundo

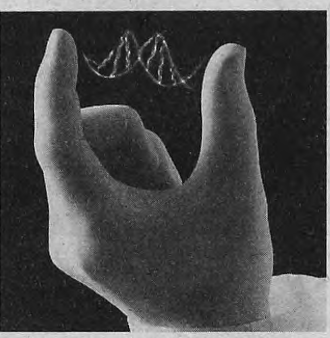
POR MARTIN DE AMBROSIO

El viernes que viene se cumplen 50 años de la publicación en la revista *Nature* de uno de los *papers* de biología –y de la ciencia en general– más famosos y relevantes del siglo XX. James Watson y Francis Crick (junto con otros protagonistas que la historia oculta bajo un inquietante rol secundario, como Rosalind Franklin) lograron conocer cómo era la estructura del ADN, la molécula de la herencia. Sin tal descubrimiento, no hubieran sido posibles ni la revolución biotecnológica ni el Proyecto Genoma Humano ni, por ejemplo, los análisis de paternidad. A modo de conmemoración, en todo el mundo se suceden desde febrero las celebraciones. En Buenos Aires, hoy y mañana se llevará a cabo una actividad titulada "Descubra y llévese su ADN" –organizada por el Planetario de la Ciudad– en el que a través de un sencillo experimento se obtendrá ADN nuclear de los concurrentes y se lo colocará en un frasquito. La actividad, gratuita, cuenta con la co-organización de la Fundación Félix Azara y la Universidad Caece, y se llevará a cabo en el Planetario, Figueroa Alcorta y Sarmiento, de 14.30 a 17.30 horas. Para explicar entretelones de la experiencia, **Futuro** dialogó con la Dra. Silvia B. Copelli, directora del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Caece, y Adrián Giacchino, director ejecutivo de la Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

**GENETICA ENVASADA**

**¿En qué consiste el experimento que se va a hacer en el Planetario?**

**Silvia Copelli:** –En pocas palabras en "capturar su esencia genética en un vaso". El primer paso para aislar el ADN es obtener células nucleadas. Para ello tomaremos las células de descamación de la mucosa bucal a través de un buche siendo una fuente accesible de células nucleadas para obtener el ADN propio. Lo ponemos en un volumen de agua, agitamos en forma circular, para que las membranas celulares se rompan y luego agregamos una cucharadita de cloruro de sodio (sal fina). Volvemos a agitar en forma circular y agregamos un volumen igual al del agua de alcohol frío. Agitamos en forma circular nuevamente y empezamos



a ver unas hebras flotando. Estas hebras son moléculas de ADN no purificadas.

**Adrián Giacchino:** –Tras los 5 minutos, que dura aproximadamente la sencilla experiencia, cada asistente podrá ver delante de sus ojos, sus propias hebras de ADN. Demostrando que eso, que puede resultar tan distante –o el capítulo difícil de algún libro de biología de la escuela secundaria– existe, es bien real y determinante en nuestras vidas, seamos o no conscientes de su existencia. Creemos que lo interesante justamente radica en cómo podemos observar esas hebras a través de una experiencia tan simple que incluso los asistentes podrán repetir en sus casas o hacérsela a sus parientes o amigos.

**¿Cómo es que se logra sacar el ADN del núcleo de una célula sólo con sal y alcohol?**

**S.C.:** –Cuando ponemos las células en presencia del agua, la concentración salina de la célula es mayor (hipertónica) con respecto al agua (hipotónica). Estas diferencias en las concentraciones hacen que el agua ingrese masivamente al interior de la célula haciendo que se rompan sus membranas, incluso la nuclear. Se necesitan varias hebras de ADN para formar una gran fibra lo suficientemente grande para hacerse visible. A su vez cada hebra contiene miles de genes por lo cual lo que vemos, es unmaterial que contiene millones de genes. No olvidemos que estamos viendo al mismo tiempo el ADN de miles de células provenientes del extracto celular.

**¿Qué cosas permitió el descubrimiento de Watson y Crick?**

**S.C.:** –Nos permitió conocer los genomas de todas las especies, contribuyo al conocimiento de la historia evolutiva de las especies y su diversidad. Y muchas otras cosas, como realizar mejoras agropecuarias, tales como la obtención de plantas híbridas capaces de resistir infecciones, conocer el estado de los genes involucrados en enfermedades. Conocer los parentescos a través del análisis de huellas digitales genéticas, recordemos los casos de reconocimiento de hijos de desaparecidos. Desarrollar estudios de farmacogenética para indicar la medicación más adecuada. Por citar sólo algunas de las perspectivas que generó este descubrimiento, el cual aún seguramente abrirá muchas otras puertas del conocimiento, algunas probablemente insospechadas en nuestro presente.

## FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES

**Donde se propone un enigma vinculado a Paula Albarracín, y se vuelve sobre el problema de la discriminación**

POR LEONARDO MOLEDO

No podían, no conseguían restablecer el fluir de la novela. Estaba agazapada, presta a saltar, pero siempre había algo que la retenía. El fluir, el flujo, el discurrir de lo maravilloso perturbado una y otra vez por la inmediatez, siempre circunstancial.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector, hasta cierto punto divertido– los lectores parecen haber establecido que soy un redomado falócrata –y se alzaba un tenue huracán que–, y hay varias cosillas a las que me gustaría responder como es debido.

–No hoy –dijo Kuhn– que tenemos poco espacio. Ya gestioné más lugar para el próximo sábado –la roca, y ella se sentó, pero en la medida en que–. El suplemento entero estará dedicado a evocar el descubrimiento de la estructura del ADN, y nosotros podremos discurrir en paz sobre la falocracia y el machismo.

–Me alegró mucho ver una carta de Florencia Elgorreaga –dijo el Comisarió Inspector–. Una antigua amiga que estuvo siempre vinculada a la policía. Stella Accorinti, por su parte, está horrorizada por mi afirmación de que "del machismo no sólo son responsables los hombres sino también las mujeres". Reconozco que es necesario matizar esa afirmación. Hablé de responsabilidad, en la medida en que los discriminados se convencen de que la discriminación es justa, o natural.

–En realidad, no existe mejor forma de represión –dijo Kuhn–. Cuando uno convence a los oprimidos de que su situación es justa, o por lo menos "natural", no necesita matar ni encarcelar, ni perseguir.

–"Pobres habrá siempre" –dijo el Comisario Inspector–. "Los negros son inferiores", "las mujeres son más emocionales que racionales, y por lo tanto no pueden estudiar ingeniería ni resolver enigmas"... –brutalmente y la habían mutilado de manera horrible. Varios restauradores, después de trabajar un día entero, habían– En fin, es impresionante constatar el machismo en las instituciones científicas, o en la ciencia en general, si contamos el número de premios Nobel, o si constatamos que en una determinada disciplina puede haber tantos hombres como mujeres, pero que los puestos directivos suelen estar ocupados por hombres.

–Bueno –dijo Kuhn–. Los sistemas de promoción en general favorecen a los hombres.

–Ahora bien –dijo el Comisario Inspector–. Denunciar que los sistemas de promoción favorecen a los hombres –logrado recomponer las piezas sueltas y darles el aspecto formal de un– es una cosa que me parece que hay que intensificar. Pero muchas veces, las feministas sostienen que **la ciencia misma** en tanto tal es machista, y que por lo tanto lo que hay que cambiar no son los sistemas de promoción, o el prejuicio, sino la ciencia, y que hay que hacer una "ciencia femenina, o ciencia feminista", lo cual desde ya me parece un disparate, y me parece que no se le puede hacer mejor regalo a los partidarios de la discriminación.

–Menos mal que dije al principio que teníamos poco espacio –se lamentó Kuhn–.

Cadáver.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–: un enigma que guarda semejanzas con otro enigma que –¿pero por qué, por qué se rompía el hilo, una y otra vez y apenas el ovillo se movía?– propusimos hace poco –dijo el Comisario Inspector–. El 29 de febrero de 1896, Paula Albarracín le dijo a su esposo: "Querido mío, puesto que cuando nos conocimos vos tenías el triple de mi edad, y que yo tengo ahora la misma edad que vos ¡oh esposo mío! tenías entonces, y que cuando yo tenga tres veces mi edad actual nuestros años combinados sumarán 100. ¿Podés decirme qué edad tendrás el próximo 29 de febrero?"

**¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Qué edad tendrá? ¿Qué está pasando?**
**¿Y la falocracia?**

### Correo de lectores

**RESPUESTA AL ENIGMA POLACO**

Los alumnos de 2°C del colegio San Martín, de San Miguel, resolvimos el enigma.

Cada uno recibió 2 zlotys, porque son **sólo cuatro** personas (Zbrznsycwz, Zkzyczwy, Kwcwywkczy y la hija, sobrina y esposa, que sería la misma persona, en total cuatro) las cuales aportaron cada una 25 zlotys, que sumados dan 100. Restándole los gastos del primer mes que fueron 92 zlotys, lo dividimos por cada uno y da 2 zlotys para cada persona. Considero muy interesante esto de plantear problemas, ya que nos sirve para pensar.

**Laura Mazzucchi**

**APELLIDOS E IRAK**

¡Qué apellidos!, me costó más escribirlos que hallar la solución: la sobrina de Wczkzyczwzy era la hija de Zbrznsycwz y luego la esposa de Kwczwuczwk (solución). No nos olvidemos que la masacre de Irak aún no terminó.

**Félix Aguirre**